

**PENGEMBANGAN MODUL PERENCANAAN PROSES
PERMESINAN PRAKTIKUM PTI 1 DENGAN FITUR CAD
CAM SOLIDWORKS**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik**

Oleh:

ALFI NUR RAHMAN

D 600.170.017

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGEMBANGAN MODUL PERENCANAAN PROSES PERMESINAN
PRAKTIKUM PTI 1 DENGAN FITUR CAD CAM SOLIDWORKS**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

ALFI NUR RAHMAN

D 600 170 017

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen
Pembimbing



(Ir. Ratnanto Fitriadi, S.T., M.T)

NIK. 889

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGEMBANGAN MODUL PERENCANAAN PROSES PERMESINAN
PRAKTIKUM PTI 1 DENGAN FITUR CAD CAM SOLIDWORKS**

OLEH

ALFI NUR RAHMAN

D 600 170 017

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Jumat, 16 Juli 2021

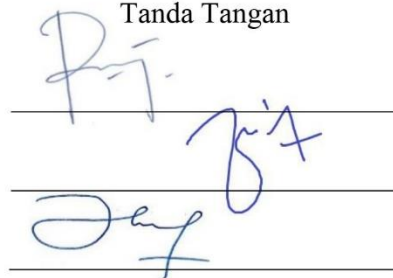
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan penguji :

Nama

1. **Ir. Ratnanto Fitriadi, S.T., M.T**
(Ketua dewan penguji)
2. **Ir. Much Junaidi, S.T., M.T.**
(Anggota I Dewan Penguji)
3. **Ir. Hafidh Munawir, S.T., M.Eng**
(Anggota II Dewan Penguji)

Tanda Tangan



Dekan,



Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIDN. 0603027401

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 10 Juli 2021

Penulis



Alfi Nur Rahman

PENGEMBANGAN MODUL PERENCANAAN PROSES PERMESINAN PRAKTIKUM PTI 1 DENGAN FITUR CAD CAM SOLIDWORKS

Abstrak

Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) 8 pada Kurikulum Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta mengharuskan mahasiswa untuk menguasai teknik komunikasi dan perkembangan teknologi terbaru. Akibat terjadinya pandemi, skema dan pelaksanaan Praktikum PTI 1 terjadi perubahan. Dengan memanfaatkan Solidworks 2016 dan fitur CAD/CAM, perencanaan proses permesinan dan analisis biaya dapat dilakukan dari rumah dikarenakan keterbatasan pembelajaran secara daring di masa pandemi. Modul praktikum dilakukan uji *benchmarking* terhadap modul pembelajaran sejenis dan dilakukan uji validasi untuk mengetahui apakah modul sesuai dengan materi dan layak untuk. Modul disusun sesuai kompetensi mahasiswa pada praktikum dengan hasil simulasi permesinan menggunakan Solidworks *Costing*. Hasil perancangan modul yang sesuai kompetensi kemudian dilakukan uji validasi dengan responden Tim Asisten PTI 1 2020. Penilaian responden menghasilkan nilai sebesar 4,17 dengan kriteria Baik. Saran perbaikan dari responden diterapkan untuk menghasilkan modul yang tepat diterapkan pada Praktikum PTI 1 saat praktikum daring maupun luring.

Kata kunci: Pengembangan modul, perencanaan proses, Solidworks 2016, CAD/CAM, benchmarking

Abstract

Graduate Learning Achievement 8 in the Curriculum of the Department of Industrial Engineering, Muhammadiyah University of Surakarta requires students to master communication techniques and the latest technological developments. As a result of the pandemic, the scheme and implementation of Practicum PTI 1 changed. By utilizing Solidworks 2016 and CAD/CAM features, machining process planning and cost analysis can be done from home due to online learning limitations during the pandemic. The practicum module is benchmarking tests against similar learning modules and validation tests are conducted to determine if the module is materially appropriate and feasible. Modules are prepared according to the competence of students in practicum with the results of machine simulation using Solidworks *Costing*. The results of the design of the module that is appropriate for competence are then conducted validation tests with respondents of the PTI 1 2020 Assistant Team. The respondent's assessment yielded a score of 4.17 with good criteria. Improvement suggestions from respondents are applied to produce the right modules applied to the PTI 1 practicum during online and offline course.

Keywords: module development, process planning, Solidworks 2016, CAD/CAM, benchmarking

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan dan perkembangan dunia kerja yang pesat akibat globalisasi di bidang teknologi menuntut antisipasi kebutuhan kompetensi dunia kerja, sejalan dengan penetapan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) di Jurusan Teknik Industri UMS. CPL kemudian diidentifikasi sebagai dasar dalam perencanaan metode pembelajaran dan asesmen sesuai dengan sistem pembelajaran berbasis luaran (*Outcome-Based Education*, OBE) (Davis, 2003). Pada CPL 8 disebutkan lulusan Teknik Industri UMS harus menguasai pengetahuan tentang teknik komunikasi dan perkembangan teknologi terbaru dan terkini berdasarkan Badan Kerjasama Penyelenggara Pendidikan Tinggi Teknik Industri (BKSTI) dan *The Accreditation Board for Engineering and Technology* (ABET), yang menyatakan lulusan yang memiliki kemampuan komunikasi yang baik sebagai aspek teknis yang mendalam (Naz & Casto, 2013). Komunikasi dalam keteknikan atau bahasa teknik, yaitu teknik untuk meneruskan informasi dan menyampaikan tujuan yang berupa gambar teknik (Pranoto, 2019). Solidworks sebagai bukti perkembangan teknologi *engineer* adalah sebuah 3D *Mechanical CAD Program* yang dikembangkan oleh Dassault Systems Solidworks Corp (Indraswara dkk., 2015). Solidworks 2016 merupakan salah satu *software powerful* yang digunakan untuk mendesain dan mensimulasikan desain mekanis. Terdapat fitur sketsa, 3D, *assembly*, dan 2D *drawing* yang merupakan fitur pada Solidworks berupa gambar rancangan sebagai acuan untuk membuat alat (Atlalmas, dkk., 2013).

Software Solidworks merupakan *software* yang dapat digunakan dalam penerapan *Computer Aided Design* (CAD) dan *Computer Aided Manufacturing* (CAM) dalam menggambar produk dan optimasi proses manufaktur dengan perangkat lunak (Setyoadi & Latifah, 2015). Kode konversi desain (*G-code*) menjadi input pada *software* Mach3 untuk menyampaikan sinyal informasi dan perintah menuju mesin *Computer Numerical Control* (CNC) yang mengubah karakter kode menjadi bahasa mesin dan menggerakkan *driver motor* (Harrizal dkk., 2017).

Komponen utama pada Praktikum PTI 1 adalah desain, material, dan permesinan. Diantara desain dan permesinan terdapat perencanaan proses berupa perencanaan permesinan, pemanfaatan material, dan analisis rencana biaya yang

dikeluarkan. Terjadinya pandemi (Covid-19, 2020) di masa praktikum memaksa terjadinya perubahan sistem dan pelaksanaan praktikum. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan dan mengoptimalkan teknologi CAD/CAM dalam penyusunan lembar rencana proses menggunakan *software* Solidworks 2016. Diharapkan modul pembelajaran dapat diterapkan dalam memperkaya materi dan membantu praktikan memahami materi dan kompetensi pada Praktikum PTI 1 khususnya dalam penyusunan lembar rencana proses.

2. METODE

Penelitian dalam perancangan modul perencanaan proses menggunakan metode *benchmarking*. *Benchmarking* menurut Putra (2019), merupakan suatu proses pencarian berkelanjutan terhadap ide-ide atau metode-metode baru, serta merupakan usaha untuk mengadaptasi fitur terbaik dan diterapkan agar memperoleh hasil terbaik. Siklus *benchmarking* memiliki lima tahap yaitu penyusunan rencana, pencarian produk, observasi, analisa, dan adaptasi. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan tujuan mengembangkan modul Praktikum PTI 1. Subjek penelitian ini adalah modul pembelajaran Solidworks sejenis dan asisten yang kemudian dilakukan perbandingan untuk dilakukan perbaikan dan diimplementasikan. Sedangkan objek penelitian ini adalah penyusunan lembar rencana proses pada Praktikum PTI 1 menggunakan *software* Solidworks 2016.

Prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu diawali dengan identifikasi masalah dan studi literatur. Langkah berikutnya adalah analisis *software* dan modul yang digunakan saat ini. Selanjutnya adalah *benchmarking* dengan modul praktikum perencanaan proses Teknik Industri ITB yang bernama Modul Perencanaan Proses PPST II dan Suplemen Modul Perencanaan Proses. Hasil *benchmarking* kemudian diadaptasi dalam perancangan modul perencanaan proses Praktikum PTI 1. Langkah selanjutnya adalah langkah utama dari penelitian yang dilakukan, yaitu penyusunan modul sesuai kompetensi yang diharapkan. Penyusunan Lembar Rencana Proses (LRP) diganti dengan melakukan simulasi permesinan menggunakan Solidworks *Costing*. Langkah akhir adalah uji validasi modul dengan responden Tim Asisten PTI 1 2020 dan penerapan saran yang diberikan oleh responden.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Modul Praktikum PTI 1

Praktikum PTI 1 periode 2020 merupakan praktikum produksi yang dilakukan secara daring. Hasil evaluasi Asisten PTI 1 terhadap jalannya praktikum antara lain penyampaian materi yang kurang tersampaikan kepada praktikan, sehingga menyebabkan perbedaan persepsi dalam penulisan LRP yang menjadi sumber penyusunan dari *Operation Process Chart* (OPC). Evaluasi selanjutnya yaitu pelaksanaan praktikum daring menyebabkan praktikum produksi ditiadakan sehingga praktikan tidak mengetahui proses produksi secara langsung. Data waktu dan urutan proses menggunakan **data given** atau data yang diberikan oleh asisten. Hal ini menyebabkan terdapat perbedaan waktu yang signifikan antara satu kelompok dengan kelompok lain dan akan berpengaruh terhadap Praktikum PTI berikutnya. Pencapaian modul saat ini dalam pelaksanaan Praktikum PTI 1 2020 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai dan Persentase Ketercapaian CPL PTI 1 2020

CPL	CPMK	Nilai CPL PTI 1 (1-100)	Ketercapaian CPL PTI 1 (%)
CPL-6	CPMK-2	94.97	24.28%
CPL-8	CPMK-1	97.99	15.37%
CPL-10	CPMK-3	96.05	15.06%
CPL-11	CPMK-4	96.55	20.61%
CPL-14	CPMK-5	94.73	24.68%

Nilai terendah pada Praktikum PTI 1 2020 terdapat pada CPL 10. CPL 10 dalam indikator Rubrik Penilaian PTI 1 merupakan penilaian mengenai ketepatan dalam merencanakan kebutuhan bahan baku pada *software* CAD CAM serta mampu membuat *Gcode*, paham mengenai *feed rate* serta dapat menghitungnya dan mampu membuat LRP, OPC, APC. Dalam hal ini kompetensi yang diharapkan adalah pembuatan LRP, OPC, dan APC pada praktikum materi yang harus diganti dengan data *given* dan praktikan tidak dapat menyusun LRP, OPC, dan APC berdasarkan praktikum yang dilakukan masing-masing kelompok

Berdasarkan hasil evaluasi Asisten PTI 1 dan penilaian Praktikum PTI 1 2020 terhadap pelaksanaan praktikum secara daring dapat disimpulkan bahwa penerapan modul luring pada Praktikum PTI 1 tidak bisa tersampaikan secara maksimal. Modul dan sistem yang digunakan tidak dapat mengakomodasi

praktikum secara daring. Penggunaan data *given* berdampak pada pelaksanaan Praktikum PTI selanjutnya.

3.2 Analisis Software

Software merupakan sebuah program teknologi digital, tidak berbentuk secara nyata, dan digunakan untuk memanfaatkan proses pengolahan data (Andersson, dkk., 2021). *Software* yang digunakan dalam Praktikum PTI 1 adalah Solidworks dan Mach3Mill. Perbandingan spesifikasi dapat dilihat pada Tabel 2 dan perbandingan fitur Solidworks pada Tabel 3.

Tabel 2. Perbandingan Spesifikasi *Software* Solidworks

	Solidworks 2015	Solidworks 2016	Solidworks 2017
Sistem Operasi	Windows 10, 64 Bit	Windows 10, 64 Bit	Windows 10, 64 Bit
	Windows 8.1, 64 Bit	Windows 8.1, 64 Bit	Windows 8.1, 64 Bit
	Windows 8.0, 64 Bit	Windows 7, 64 Bit	Windows 7, 64 Bit
	Windows 7, 64 Bit		
RAM	4 GB	8 GB	8 GB
Disk Space	5 GB	5 GB	5 GB
Processor	Intel atau AMD support SSE2, 64 Bit	Intel atau AMD support SSE2, 64 Bit	Intel atau AMD support SSE2, 64 Bit

(Sumber: solidworks.com)

Tabel 3. Perkembangan Fitur Solidworks

No	Solidworks 2015	Solidworks 2016	Solidworks 2017
1	Performa yang mampu membuat pola komponen lebih cepat dan ukuran file yang berkurang 50%	Kualitas <i>render</i> yang realistik dengan waktu yang lebih singkat	Performa lebih besar dengan penambahan fitur dan kecepatan pada proses perakitan.
2	Perkembangan fitur sketch, splines, dan advanced geometry pada model part	Penambahan fitur pada Thread Wizard dan Sheet Metal.	<i>Modeling</i> yang lebih cepat dan mudah.
3	Perbaikan pada Solidworks Simulation dalam memprediksi ketahanan part	Penambahan fitur <i>assembly</i> , yaitu sistem <i>copy</i> komponen dan fitur <i>mate controller</i> .	“ <i>Visualize Boost</i> ” mengakibatkan proses render lebih cepat.
4	User Experience lebih baik karena peningkatan kualitas edit part dan FeatureManager	Fitur <i>Sketch</i> yang dapat dengan mudah dimodifikasi.	Referensi keterangan yang terhubung dengan BOM table

No	Solidworks 2015	Solidworks 2016	Solidworks 2017
5	Solidworks Costing yang mendukung perhitungan las, part plastic, dan 3d printing	Fitur <i>Costing assembly</i> dan mengubah pengaturan secara otomatis.	Integrasi Solidworks Costing berbasis web melalui My.Solidworks

Data *given* yang dilakukan pada Praktikum PTI 1 2020 dapat diatasi dengan Solidworks *Costing* versi tahun 2015, 2016, dan 2017. Tidak ada perubahan signifikan dari fitur *costing* pada setiap versi Solidworks di atas dalam mendukung praktikum. Ketersediaan Solidworks 2016 di Laboratorium Teknik Industri dengan pendukung *software* HSMworks sebagai penambah fitur CAM cukup layak digunakan dalam Praktikum PTI 1.

Solidworks sebagai *software* desain dihubungkan dengan *software* Mach3Mill sebagai penghubung mesin CNC. Mach3Mill merupakan *software* kontrol mesin CNC yang mudah untuk dioperasikan, lebih terbuka, dan lebih stabil. Mach3 dapat membaca format file dalam bentuk DXF, BMP, atau JPG, dan mengatur kecepatan *spindle speed* (Yingjie, dkk., 2013). Kebutuhan spesifikasi untuk *software* Mach3 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi *Software* Mach3

Komponen	Spesifikasi
Sistem Operasi	Windows 2000, Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8, dan Windows 10
RAM	512MB
CPU	1Ghz
Video Card	32MB

Penggunaan *software* Mach3 menyesuaikan sistem kontrol numerik pada mesin CNC. *Breakout Board* (BOB) sebagai penghubung mesin CNC berfungsi sebagai otak dari sistem kontrol pada mesin CNC (Bangse, dkk., 2020). BOB yang digunakan pada mesin CNC Laboratorium Teknik Industri UMS hanya mendukung penggunaan *software* Mach3 sebagai *user interface*.

3.3 Benchmarking

Tahap *benchmarking* dilakukan perbandingan aspek dan komponen pada modul sejenis yaitu Modul Perencanaan Proses PPST II Teknik Industri ITB. Kegiatan *benchmarking* dapat dilihat pada Tabel 5 dan hasil *benchmarking* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Kegiatan *Benchmarking* Modul Perencanaan Proses

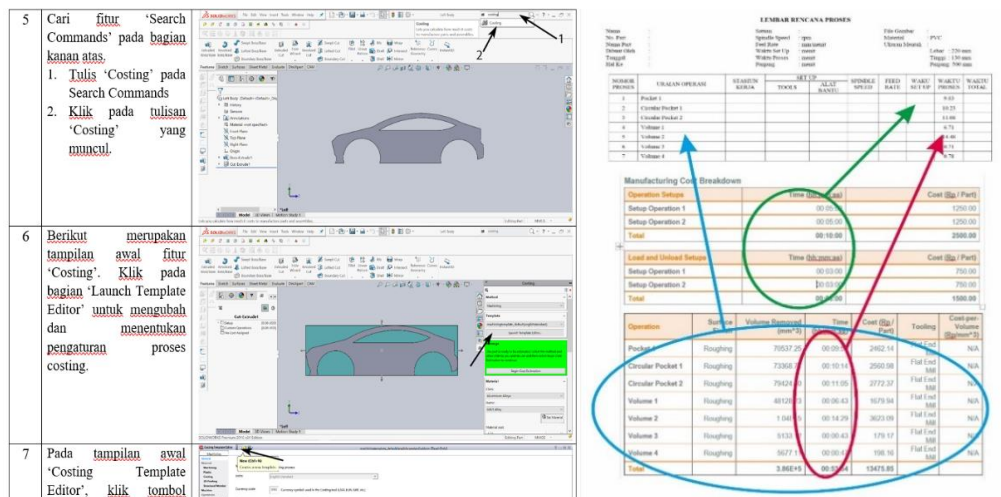
Pengamatan	Modul Praktikum PTI 1 Teknik Industri UMS	Modul Perencanaan Proses PPST II Teknik Industri ITB
Kelengkapan Modul dan Materi	<ul style="list-style-type: none"> • Modul Praktikum berisi penjelasan <i>drawing</i>, BOM, LRP, OPC, dan APC sebagai materi praktikum. • Bagian perencanaan proses yang berisi penjelasan dan penggunaan LRP manual berbentuk tabular. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modul Perencanaan Proses berisi penjelasan <i>Assembly Chart</i>, <i>BOM Tree</i>, <i>Precedence Diagram</i>, LRP, dan OPC. • Modul berisi penjelasan masing-masing <i>tools</i> perencanaan proses. • Suplemen modul sebagai pengayaan materi saat praktikum daring.
Kesesuaian Materi dan Kompetensi	<ul style="list-style-type: none"> • Sebagai materi inti praktikum dan kesiapan produksi. • Tidak dapat mengakomodasi kebutuhan data waktu dan uraian proses saat praktikum daring. • Data waktu praktikan merupakan data <i>given</i> oleh asisten saat praktikum daring. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modul Perencanaan Proses sebagai inti dari materi praktikum. • Terdapat modul tambahan untuk membangkitkan data waktu. • Hasil costing digunakan sebagai analisis feasibilitas dan analisis biaya.
Software	Solidworks 2016	Solidworks 2019
Penggunaan Bahasa dan Ilustrasi Gambar	Kalimat jelas dan tidak menghasilkan penafsiran ganda. Gambar sesuai dengan petunjuk langkah-langkah.	Kalimat jelas dan tidak menghasilkan penafsiran ganda. Gambar sesuai dengan petunjuk langkah-langkah.
Konstruksi Modul	Penjelasan materi praktikum dari <i>drawing</i> , BOM, LRP, OPC, APC, dan proses permesinan beserta contoh penerapan.	Penjelasan materi <i>tools</i> perencanaan proses yang berisi <i>Assembly Chart</i> , <i>BOM Tree</i> , <i>Precedence Diagram</i> , LRP, dan OPC beserta penerapan. Terdapat suplemen modul yang terpisah dari modul utama yang berisi tata cara penggunaan Solidworks <i>Costing</i> .

Tabel 6. Hasil *Benchmarking*

Pengamatan	Desain Modul Perencanaan Proses
Software Bentuk	Solidworks 2016 Modul Perencanaan Proses lengkap dengan penjelasan dasar perencanaan proses, tata cara pembuatan template <i>costing</i> , tata cara membangkitkan perencanaan proses Solidworks <i>Costing</i> , dan implementasi data hasil Solidworks <i>Costing</i> ke LRP manual.
Aspek yang diadopsi dari hasil Benchmarking	<ul style="list-style-type: none"> • Mengadopsi adanya ketentuan waktu setup saat praktikum daring. • Mengadopsi penggunaan aturan tools dalam proses permesinan CNC. • Mengadopsi analisis scrap dan biaya untuk menampilkan efektivitas penggunaan bahan baku. • Mengadopsi implementasi hasil LRP otomatis Solidworks pada LRP manual.

3.4 Perancangan Modul Perencanaan Proses

Tahap perancangan modul perencanaan proses untuk pengayaan Praktikum PTI 1 disusun berdasarkan tahap-tahap sebelumnya yang dilakukan oleh peneliti, khususnya hasil *benchmarking* dan komponen yang akan diadaptasi. Perancangan modul disusun berdasarkan kebutuhan dan capaian yang diharapkan pada Praktikum PTI 1 yang dilaksanakan secara luring maupun daring. Modul disusun menjadi 4 bagian yaitu penjelasan LRP, ketentuan parameter Solidworks *Costing*, tutorial menggunakan Solidworks *Costing*, dan penerapan hasil Solidworks *Costing*. Bentuk tutorial dan penerapan hasil Solidworks *Costing* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tutorial dan Penerapan Hasil Solidworks *Costing*

Kebutuhan kompetensi yang dibutuhkan dari pelaksanaan praktikum sudah terpenuhi dengan penggunaan fitur Solidworks *Costing*. Data waktu yang merupakan data *given* sudah tergantikan dengan hasil simulasi menggunakan Solidworks *Costing*.

3.5 Uji Validasi

Uji Validasi modul dilakukan untuk mengetahui modul yang dibuat layak diterapkan dalam Praktikum PTI 1 atau masih diperlukannya perbaikan pada modul. Uji validasi diawali dengan simulasi praktikum terbatas kepada Tim Asisten PTI 2020 sebagai responden. Responden kemudian mengisi formulir penilaian yang dibagi menjadi tiga aspek, yaitu aspek materi, aspek bahasa, dan aspek konstruksi. Analisis dilakukan untuk mengetahui perbandingan nilai modul Praktikum PTI 1

2020 sebagai modul lama dan modul pengayaan Perencanaan Proses sebagai modul baru. Adapun hasil rekapitulasi penilaian responden dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Penilaian Modul Perencanaan Proses Praktikum PTI 1

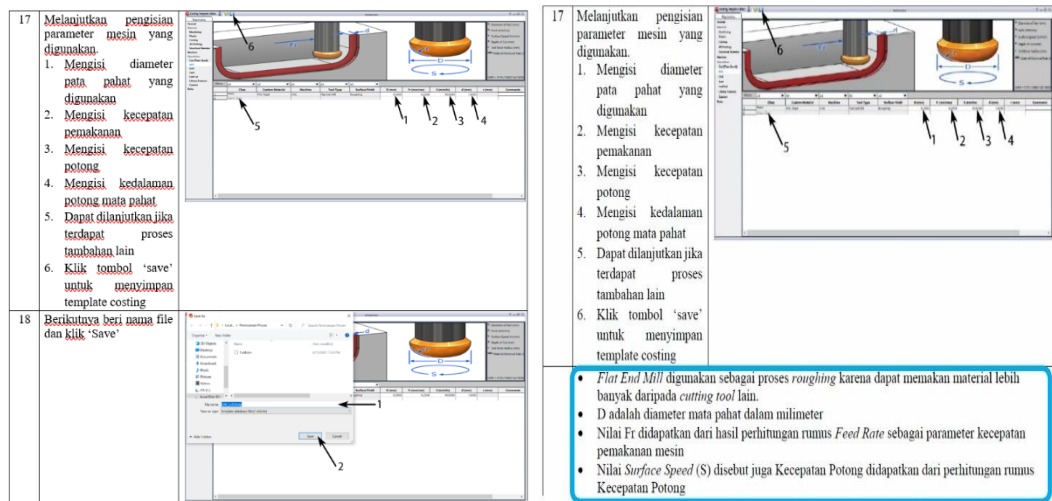
Aspek	Indikator	Penilaian Modul Lama	Penilaian Modul Baru
Materi	1. Materi modul sudah sesuai dengan CPL dan CPMK	3,9	4,27
	2. Materi modul sudah sesuai dengan Kompetensi Praktikum PTI I	4,09	4,54
	3. Pembelajaran materi modul dapat diterapkan saat praktikum daring/luring	3,18	4,36
	4. Materi modul dapat digunakan untuk belajar secara mandiri	4	4,18
	5. Materi modul dapat melengkapi kebutuhan data yang diperlukan dalam praktikum	3	4,18
Bahasa	1. Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia	4	4
	2. Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah dipahami	4,18	4
	3. Kalimat tidak menimbulkan penafsiran ganda	4	4
Konstruksi	1. Tampilan modul menarik dan sinkron antara teks, gambar, dan petunjuk	3,9	3,72
	2. Ukuran gambar dan ilustrasi yang jelas dan proporsional	4	4,18
	3. Materi modul runtut dan mudah diikuti	4,27	4,45
	Rata-rata	3,86	4,17

Perbedaan nilai terbesar yaitu pada Aspek Materi dengan indikator penggunaan modul saat daring/luring dan kebutuhan data praktikum. Hal ini menunjukkan bahwa modul Praktikum PTI 1 2020 belum cukup baik dalam mengakomodasi data dan pelaksanaan Praktikum PTI 1 secara daring. Hasil penilaian responden pada Modul Perencanaan Proses Praktikum PTI 1 didapatkan nilai tertinggi pada indikator Materi modul sudah sesuai dengan Kompetensi Praktikum PTI 1 dengan nilai 4,54. Indikator dengan nilai terendah pada indikator Tampilan modul menarik dan sinkron antara teks, gambar, dan petunjuk dengan nilai 3,72. Penilaian responden secara keseluruhan terhadap Modul Perencanaan Proses sebagai modul baru oleh Tim Asisten PTI 1 2020 dihasilkan nilai sebesar 4,17 yang termasuk dalam kriteria Baik. Saran perbaikan dari responden terkait

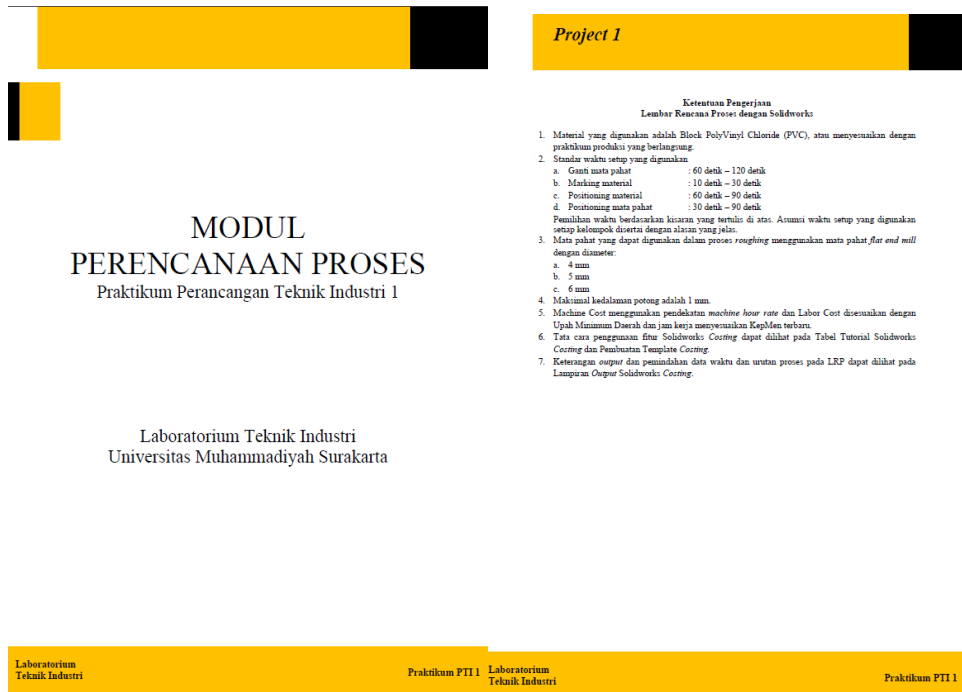
modul yang disusun adalah penambahan penjelasan mengenai fitur yang digunakan dan perbaikan desain modul agar tampilan modul lebih menarik.

3.6 Penyusunan Akhir Modul Perencanaan Proses

Penyusunan akhir Moduk Perencanaan Proses merupakan tahap penyempurnaan modul berdasarkan saran responden. Hasil perbaikan mengenai penjelasan parameter yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2 dan perbaikan desain modul dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 2. Sebelum dan Sesudah Penambahan Penjelasan Parameter



Gambar 3. Sebelum Perbaikan Desain



Gambar 4. Sesudah Perbaikan Desain

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan modul perencanaan proses permesinan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Perancangan modul menggunakan metode *benchmarking* dengan modul PPST II Teknik Industri ITB, yang diawali dengan studi literatur dan analisis modul PTI 1 Teknik Industri UMS sebagai landasan melakukan penelitian.
- b. Modul hasil *benchmarking* diuji validasi dengan responden Tim Asisten PTI 1 tahun 2020 dengan hasil rekapitulasi penilaian Baik dan layak digunakan dalam Praktikum PTI 1.
- c. Saran Tim Asisten PTI 1 tahun 2020 diterapkan dalam penyusunan akhir Modul Perencanaan Proses Praktikum PTI 1 untuk menghasilkan modul yang lebih baik.
- d. Penelitian menghasilkan Modul Perencanaan Proses Praktikum PTI 1 yang dapat digunakan saat praktikum daring maupun luring.

4.2 Saran

Saran yang dapat diberikan setelah mampu menyelesaikan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan Asisten PTI 1 yang menggunakan Modul Perencanaan Proses Praktikum PTI 1 dapat memahami terlebih dahulu penggunaan modul sebelum dilaksanakannya Praktikum PTI 1.
2. Diharapkan untuk kedepannya dapat dilakukan penelitian dan pengembangan fitur-fitur Solidworks yang dapat digunakan dalam menunjang praktikum.
3. Mahasiswa diharapkan dapat mengembangkan *hardskill* mengenai penggunaan fitur-fitur *software* secara lebih luas.
4. Asisten diharapkan dapat mengembangkan praktikum sesuai dengan situasi dan kondisi terkini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawia, P. R., & Puspasari, A. (2020). Process Costing dalam Perhitungan Cost of Goods Manufacture sebagai Pricing Strategy pada UMKM Produk Sepatu. *Jurnal Manajemen Bisnis*, IX(2), 92-101.
- Andersson, M., Kusetogullari, A., & Wernberg, J. (2021). Software Development and Innovation: Exploring The Software Shift in Innovation in Swedish Firm. *Technological Forecasting & Social Change International Journal*.
- Atlalmas, T. M., Akmeliawati, R., Ahmad, S., & Sidek, N. (2013). Mechanical Design and Simulation of Two-Wheeled Wheelchair Using Solidworks. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, (pp. 1-7).
- Bangse, K., Wibolo, A., & Wiryanta, I. (2020). Design and Fabrication of a CNC Router Machine for Wood. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Bilgin, S. M., Baytaroglu, E. N., Erdem, A., & Dilber, E. (2016). A Review of Computer Aided Design/Computer Aided Manufacture Techniques for Removable Denture Fabrication. *European Journal of Dentistry*, X(2), 286-291.
- Bowo, D. S. (2018). Analisis Perbaikan Proses Produksi pada PT. Sumber Teknik Sentosa. *Jurnal Manajemen Bisnis*, VIII(1), 19-28.
- Davis, M. H. (2003). Outcome-Based Education. *Journal of Veterinary Medical Education*, XXX(3), 258-263.
- Dwiaji, Y. C., Nurato, & Anhar, M. (2017). Analisis Proses Permesinan dan Biaya Manufaktur Pembangkit Listrik Tenaga Hidro Mini (PLTHM). *Politeknosains*, XVI(2), 26-35.

- Esa, M. M., Rahman, N. A., & Jamaludin, M. (2015). Reducing High Setup Time in Assembly Line: A Case Study of Automotive Manufacturing Company in Malaysia. *Procedia Sosial and Behavioral Sciences* (pp. 215-220). Bali, Indonesia: Elsevier Ltd.
- Harrizal, I. S., Syafri, & Prayitno, A. (2017). Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin CNC Milling 3 Axis Menggunakan Close Loop System. *JOM FTEKNIK, IV*(2), 1-8.
- Helmi, T., Munjin, A., & Purnamasari, I. (2016). Kualitas Pelayanan Publik dalam Pembuatan Izin Trayek oleh DLLAJ Kabupaten Bogor. *Jurnal Governansi, II*(1), 47-59.
- Holmberg, A., & Zhu, A. (2012). *Implementation of Solidworks Costing*. Stockholm: KTH Industrial Engineering and Management Machine Design.
- Indraswara, A. Y., Anugraha, R. A., & Nugroho, Y. (2015). Perancangan E-Learning Solidworks Modul Part Assembly Menggunakan Model Addie Sebagai Media Pembelajaran Gambar Teknik yang Efektif. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri, II*(2), 53-58.
- Jabri, A., El Barkany, A., & El Khalfi, A. (2013). Process Planning - New Process Plans For Agile Manufacturing. *International Journal of Engineering Trends and Technology, IV*(2), 92-101.
- Kramer, T. R. (1996). Process Planning for A Milling Machine From A Feature-Based Design.
- Naz, A., & Casto, M. (2013). Bring Best of Two Worlds in a Software Engineering Class, Student Outcomes of Accreditation Board of Engineering and Technology (ABET) and Information Literacy Standards of Association of College & Research Libraries (ACRL). *2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. Oklahoma City, OK, USA: IEEE.
- Paris, H., & Brissaud, D. (2000). Modelling For Process Planning: The Links Between Process Planning Entities. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing, XVI*(4), 259-266.
- Paulus, M., & Devie. (2013). Analisa Pengaruh Penggunaan Benchmarking Terhadap Keunggulan Bersaing dan Kinerja Perusahaan. *Business Accounting Review, I*(2), 39-49.

- Periasamy, P. (2010). Absorption of Overhead. In P. Periasamy, *A Textbook of Financial Cost and Management Accounting* (pp. 425-446). Himalaya Publishing House.
- Pranoto, A. (2019). Jurnal Pendidikan Vokasi Otomotif. *Pengembangan Modul Gambar Teknik Sebagai Upaya untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin D3 IST AKPRIND Yogyakarta, I(2)*, 95-103.
- Putra, B. P., Wulandari, S., & Sagita, B. H. (2019). Perancangan Program Komunikasi Pemasaran Tas pada UKM Levaya Menggunakan Metode Benchmarking. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri, VI(2)*, 71-79.
- Rifah, M. I., & Wibisono, M. A. (2016). Pengembangan Computer Aided Design (CAD) Warna Batik. *Forum Teknik, XXXVII(1)*, 41-48.
- Setyoadi, Y., & Latifah, K. (2015). Integrasi Software CAD-CAM dalam Sistem Operasi Mesin Bubut CNC. *Jurnal Informatika Upgris, I(2)*, 149-159.
- Sukarmanto, E. (2000). Pengelolaan Biaya Manufaktur pada Lingkungan Teknologi Manufaktur Maju. *Jurnal Sosial dan Pembangunan, XVI(1)*, 16-26.
- Sulistyanto, A., & Premono, A. (2018). Pengaruh Pemilihan Jenis Cutting Tol Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Berkontur Pada Permesinan Milling 3-Axis.
- Xu, Y., Elgh, F., Erkoyuncu, J. A., Bankole, O., Goh, Y., Cheung, W. M., . . . Roy, R. (2012). Cost Engineering for Manufacturing: Current and Future Research. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing, XXV(4-5)*, 300-314.
- Yingjie, W., Wei, Z., & Zhiping, W. (2013). Research on the Teaching Numerical Lathe Maching Based on Mach3. *Key Engineering Materials, 584*, 231-235.
- Yudhyadi, I. G., Rachmanto, T., & Ramadan, A. D. (2016). Optimasi Parameter Permesinan Terhadap Waktu Proses pada Pemrograman CNC Milling dengan berbasis CAD/CAM. *Dinamika Teknik Mesin, VI(1)*, 38-50.
- Zahid, M. N., Case, K., & Watts, D. (2014). Optimization of Roughing Operations in CNC Machining for Rapid Manufacturing Processes. *Production & Manufacturing Research, II(1)*, 519-529.